

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
22 septembre 2005 (22.09.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/088085 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ :
F01M 11/10, G01F 1/704

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2005/000590

(22) Date de dépôt international : 11 mars 2005 (11.03.2005)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0402541 11 mars 2004 (11.03.2004) FR

(71) Déposants (*pour tous les États désignés sauf US*) : **TO-
TAL FRANCE** [FR/FR]; Tour Total, 24, Cours Michelet,
F-92800 Puteaux (FR). **DELTA SERVICES INDUS-
TRIELS SPRL** [BE/BE]; 54, Résidence des Mottes,
B-7503 Froyennes (BE).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (*pour US seulement*) : **MARTIN,
François** [FR/FR]; Le Millénium, Bâtiment C, 12 Ter, rue
Guilloud, F-69003 Lyon (FR).

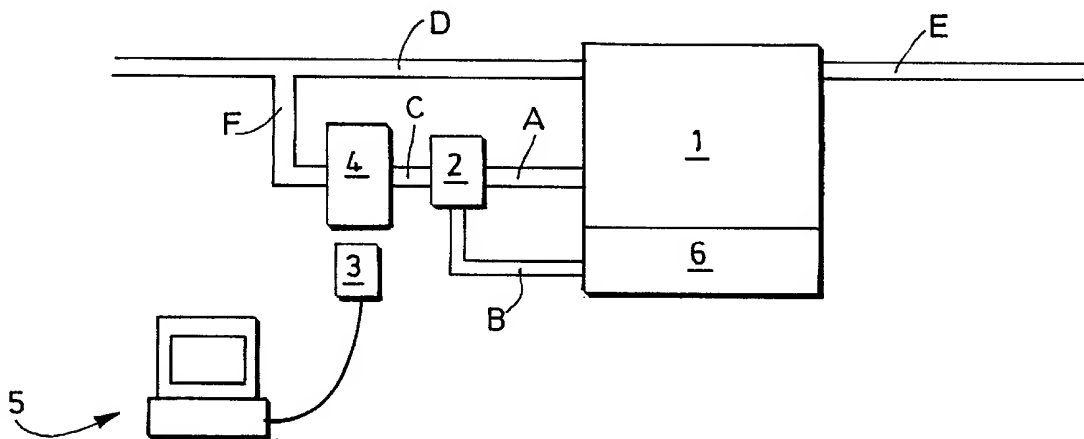
(74) Mandataire : **CABINET JOLLY**; 54, rue de Clichy,
F-75009 Paris (FR).

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR THE REAL-TIME MEASUREMENT OF THE CONSUMPTION OF OIL FROM AN
ENGINE OIL SEPARATION SYSTEM, USING RADIOACTIVE TRACERS

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF DE MESURE EN TEMPS REEL A L'AIDE DE TRACEURS RADIOACTIFS DE LA
CONSOMMATION D'HUILE DU SYSTEME DE SEPARATION D'HUILE MOTEUR



(57) Abstract: The invention relates to a method of determining the consumption of oil from an oil separation system (2) in the blow-by gas recycling circuit of an internal combustion engine. The invention is characterised in that it comprises the following steps consisting in: marking the lubrication oil of the engine by inserting at least one radioactive tracer; trapping the oil that has not been separated from the blow-by gases exiting the oil separation system (2) in an oil-trapping device (4) which is located downstream of the oil separation system (2); using a detector (3), which is positioned close to the oil-trapping device (4) and which is sensitive to the ionising radiation emitted by the radioactive tracer(s), in order to measure the radioactivity of the oil which has not been separated in the oil separation system (2) and which is held back by the oil-trapping device (4); and transmitting the results of said measurements to a computer (5) which can calculate therefrom the consumption of lubricating oil that has not been separated in the separation system (2). The invention also relates to a device for implementing one such method.

[Suite sur la page suivante]

WO 2005/088085 A1



(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement

(57) **Abrége :** L'invention concerne un procédé de détermination de la consommation d'huile issue du système de séparation d'huile (2), situé dans le circuit de recyclage des gaz de carter d'un moteur à combustion interne, caractérisé par le fait que - l'on marque l'huile de lubrification dudit moteur par introduction d'au moins un traceur radioactif, - que l'on piège l'huile non séparée des gaz de carter sortant du système de séparation d'huile (2) dans un dispositif de piégeage d'huile (4) situé en aval dudit système de séparation d'huile (2), - que l'on mesure, à l'aide d'un détecteur (3), placé à proximité, du dispositif de piégeage d'huile (4) et sensible au rayonnement ionisant émis par le ou les traceur(s) radioactif(s), la radioactivité de l'huile non séparée dans le système de séparation (2) d'huile et retenue dans le dispositif de piégeage d'huile (4), et - que l'on transmet les résultats de ces mesures vers un ordinateur (5) apte à calculer à partir de ces résultats la consommation d'huile lubrifiante non séparée dans ledit système de séparation (2), ainsi qu'un dispositif permettant de mettre en œuvre un tel procédé.

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE MESURE EN TEMPS RÉEL À L'AIDE DE TRACEURS RADIOACTIFS DE LA CONSOMMATION D'HUILE DU SYSTÈME DE SÉPARATION D'HUILE MOTEUR

5 La présente invention concerne un procédé de mesure en temps réel de la consommation d'huile moteur liée au passage des gaz de carter à travers le système de séparation d'huile contenue dans lesdits gaz de carter.

10 Ce système de séparation d'huile est généralement constitué d'au moins un séparateur pouvant être notamment sous la forme d'un décanteur (séparateur) unique ou de plusieurs décanteurs (séparateurs) montés en série et/ou en parallèle, et constitue la pièce principale du circuit de recyclage des gaz de carter au sein des moteurs à combustion interne.

15 L'invention concerne en outre un dispositif, tel qu'un banc d'essai, permettant de mettre en œuvre ce procédé. Plus précisément, ce procédé est basé sur la mesure en temps réel de la fraction d'huile moteur contenue dans les gaz de carter après leur passage au travers du système de séparation d'huile d'un moteur à combustion interne.

20 Les gaz de carter résultent en grande partie de la fuite des gaz de combustion hors du bloc moteur et, plus précisément, de la chambre de combustion, ces fuites étant dues aux jeux mécaniques dans la zone appelée communément « PSC » et constituée par le(s) piston(s), segment(s), cylindre(s) ou chemise (phénomène de *blow-by*). Ces gaz
25 contiennent des produits de combustion, de l'huile moteur, des hydrocarbures imbrûlés, des particules, de la vapeur d'eau etc.

 Depuis de nombreuses années, sur les moteurs à combustion interne, les gaz de carter issus du bloc moteur, c'est à dire notamment du carter cylindres et/ou culasse, sont traités pour être ensuite soit
30 libérés dans l'atmosphère (par exemple dans le cas des moteurs de poids lourds) soit recyclés vers l'admission et envoyés vers les cylindres pour y être brûlés (par exemple dans le cas des moteurs de véhicules légers).

 Ce recyclage des gaz de carter vers le système d'admission
35 comprend généralement :

 (a) une étape de récupération de l'huile moteur contenue dans les gaz de carter, cette huile étant sous forme d'un mélange multiphasique

liquide/vapeur dont les proportions sont variables en fonction des conditions de fonctionnement du moteur (ex: charge moteur, température, pression),

(b) une étape de renvoi de l'huile récupérée vers le carter d'huile moteur,

(c) puis une étape de renvoi des gaz de carter déshuilés vers l'admission ou de libération des gaz de carter déshuilés dans l'atmosphère.

La séparation de l'huile d'avec les gaz de carter dans l'étape (a) se fait dans un système de séparation usuellement appelé "décanteur " ou "décanteur moteur". A cet effet, de nombreuses variantes technologiques de systèmes de séparation ont été développées. Par exemples, l'huile peut être retenue par une surface de contact importante fournie par des éléments statiques tels que des chicanes ou des éléments de garnissage, des éléments filtrants, ou l'huile peut être retenue grâce à la force centrifuge d'un ou de plusieurs cyclones projetant les gouttelettes contre la surface du séparateur.

Toutefois, l'efficacité de tels séparateurs n'est généralement pas totale, c'est-à-dire une fraction plus ou moins importante de l'huile contenue dans les gaz de carter n'est pas retenue au sein du système de séparation. De ce fait, le renvoi à l'admission des gaz de carter contenant encore de l'huile après passage dans le système de séparation entraîne un certain nombre de nuisances techniques susceptibles de gêner le bon fonctionnement du moteur à combustion interne.

Ainsi, les risques d'encrassement du moteur sont sensiblement augmentés. On peut observer par exemple, l'encrassement des tubulures d'admission, papillon(s), vanne(s) EGR, soupapes et chambres de combustion. Les risques d'effets mécaniques gênants tels que grippage du ou des papillon(s), grippage de la ou des vanne(s) EGR, cliquetis, etc. sont de ce fait augmentés.

En outre, l'encrassement moteur est susceptible d'augmenter les émissions polluantes (ex. : combustion incomplète de l'huile avec d'éventuelles conséquences sur les systèmes de post-traitement) et d'avoir un impact non négligeable sur l'agrément de conduite du véhicule motorisé.

Par conséquent, les constructeurs automobiles dans un souci de développer de nouveaux systèmes de séparation d'huile comprenant un ou plusieurs séparateurs en série et/ou en parallèle doivent être en mesure de contrôler aisément et efficacement les performances de ceux-ci. Un tel contrôle exige un procédé de mesure de la consommation d'huile dudit système de séparation qui doit être fiable, précis, répétable et reproductible.

Pour évaluer cette consommation d'huile au sein du système de séparation, il s'agit de mesurer la fraction d'huile encore présente dans les gaz de carter après le passage desdits gaz dans ce système de séparation. Plus le système de séparation sera efficace, plus la fraction d'huile mesurée sera faible.

A cet effet, la Demanderesse a mis au point un nouveau procédé de mesure de la consommation d'huile issue du système de séparation d'huile situé dans le circuit de recyclage des gaz de carter d'un moteur à combustion interne, lequel procédé est de mise en oeuvre aisée, automatisable, fiable, précis, répétable, reproductible et peut fonctionner en continu de manière à fournir quasiment instantanément et en temps réel la fraction d'huile non récupérée par le système de séparation.

Le procédé selon l'invention facilite ainsi la réalisation d'essais en vue du développement de nouveaux systèmes de séparation permettant un déshuilage optimal des gaz de carter.

Le procédé d'analyse de la présente invention est basé sur l'introduction d'un traceur radioactif dans l'huile de lubrification du moteur et sur la mesure de la radioactivité de l'huile contenue dans les gaz de carter sortant du système de séparation constitué d'un ou de plusieurs séparateurs d'huile dont on souhaite évaluer l'efficacité.

Sous réserve de respecter certaines conditions concernant le choix du radiotraceur, cette radioactivité reflète en effet parfaitement la fraction d'huile de lubrification encore contenue dans les gaz de carter après leur passage dans le système de séparation. La mesure de cette radioactivité permet ainsi de déterminer en temps réel l'efficacité du système de séparation.

La présente invention a donc pour objet un procédé de détermination de la consommation d'huile issue du système de

séparation d'huile, situé dans le circuit de recyclage des gaz de carter d'un moteur à combustion interne, caractérisé par le fait que

- l'on marque l'huile de lubrification dudit moteur par introduction d'au moins un traceur radioactif au sein de ladite huile,

5 • que l'on fait transiter les gaz de carter, sortant du bloc moteur et chargés d'huile de lubrification, par un système de séparation d'huile où au moins une partie de l'huile contenue au sein desdits gaz est séparée, recueillie et renvoyée vers le carter d'huile, de préférence directement dans l'huile contenue dans ledit carter d'huile, et

10 • que l'on mesure, à l'aide d'un détecteur sensible au rayonnement ionisant émis par le ou les traceur(s) radioactif(s), la radioactivité de l'huile non séparée dans le système de séparation d'huile et contenue dans les gaz de carter sortant dudit système de séparation,

15 • et que l'on transmet les résultats de ces mesures vers un ordinateur apte à calculer à partir de ces résultats la consommation d'huile lubrifiante non séparée dans ledit système de séparation.

20 La consommation d'huile peut être exprimée sous différentes formes selon le type de tests effectués. Elle peut être notamment exprimée :

- en masse (grammes),

- en volume (litres),

25 - en masse par unité de temps (débit massique: par exemple grammes/heure),

- en volume par unité de temps (débit volumique: par exemple litres/heure),

- en masse par unité de distance parcourue par le véhicule (par exemple grammes/km),

30 - ou encore en volume par unité de distance parcourue par le véhicule (ex: litres/km)

L'invention a en outre pour objet un dispositif permettant de mettre en œuvre le procédé ci-dessus comprenant

35 • un moteur à combustion interne lubrifié par une huile marquée par introduction d'au moins un traceur radioactif au sein de ladite huile,

- un système de séparation d'huile recevant les gaz de carter chargés en huile de lubrification sortant du bloc moteur, où au moins une partie de l'huile contenue dans lesdits gaz de carter est séparée, recueillie et renvoyée vers le carter d'huile,

- un détecteur sensible au rayonnement ionisant émis par le ou les traceur(s) radioactif(s), situé en aval du système de séparation d'huile de manière à permettre la mesure de la radioactivité de l'huile non séparée dans le système de séparation d'huile et contenue dans les gaz de carter sortant dudit système de séparation, et

- relié audit détecteur, un ordinateur programmé pour calculer à partir des résultats des mesures de radioactivité, la consommation d'huile lubrifiante non séparée dans ledit système de séparation.

Le procédé et le dispositif de la présente invention apportent une grande flexibilité et précision de mesure, et permettent, grâce à leur grande sensibilité, de mesurer rapidement et quasi instantanément la consommation d'huile par le système de séparation des gaz de carter. Ils présentent en outre l'avantage de ne pas perturber le fonctionnement du moteur testé et permettent ainsi une bonne extrapolation des résultats d'essais aux conditions de fonctionnement réel du moteur.

Dans un premier mode de réalisation de la présente invention, on mesure directement, à l'aide d'un détecteur situé à proximité de la conduite de sortie du système de séparation d'huile à tester, la fraction d'huile radioactive résiduelle contenue dans les gaz de carter partiellement déshuilés suite à leur passage dans le système de séparation.

Ce mode de réalisation, mesurant de faibles quantités de radioactivité, peut impliquer l'utilisation de radiotraceurs ayant une activité spécifique importante ou bien l'utilisation de concentrations importantes de radiotraceurs à activité moyenne. Dans un tel cas, il est bien entendu indispensable ne prendre des mesures de protection appropriées, permettant de limiter l'impact de la radioactivité sur l'environnement.

Si le détecteur utilisé a toutefois une sensibilité élevée, l'activité spécifique ou la quantité des radiotraceurs utilisés ne doit pas forcément être très élevée.

Cette méthode de mesure présente l'avantage d'une perturbation nulle du fonctionnement du moteur car elle ne modifie aucunement l'écoulement fluide dans le circuit de recyclage des gaz de carter.

5 Un deuxième mode de réalisation de la présente invention consiste à mesurer l'accroissement de la radioactivité due à l'accumulation de l'huile radioactive dans un dispositif de piégeage approprié. Concrètement, dans ce deuxième mode de réalisation, on piège l'huile résiduelle des gaz de carter partiellement déshuilés sortant
10 du système de séparation d'huile dans un dispositif de piégeage d'huile situé en aval dudit système de séparation d'huile et l'on mesure la radioactivité globale de l'huile ainsi recueillie.

L'ajout d'un dispositif de piégeage d'huile dans le circuit de recyclage des gaz de carter est susceptible de modifier l'écoulement
15 fluide dans celui-ci. Une bonne extrapolation des résultats d'essais aux conditions de fonctionnement réel implique par conséquent de réduire au minimum une telle perturbation potentielle en choisissant une géométrie appropriée pour ce dispositif de piégeage (faible volume, longueur minimale des conduites etc.). Le paramètre reflétant le mieux
20 la perturbation de l'écoulement fluide dans le circuit de recyclage des gaz de carter est la différence de pression des gaz de carter (ΔP) entre l'entrée et la sortie du système de séparation d'huile. Lorsque la valeur de ce paramètre est sensiblement identique à la différence de pression en l'absence du dispositif de piégeage, la perturbation de
25 l'écoulement fluide par le dispositif est nulle, ce qui correspond à un mode de réalisation préféré.

Ce deuxième mode de réalisation utilisant un dispositif de piégeage présente l'avantage considérable de permettre des mesures
30 d'une grande précision avec des faibles concentrations de radiotraceurs ou avec des radiotraceurs relativement peu actifs, qui présentent de ce fait une mise en œuvre facile sans risque pour l'environnement et le personnel chargé des essais.

Le dispositif de piégeage d'huile mentionné ci-dessus est de préférence constituée d'au moins un séparateur fonctionnant selon le
35 même principe que le système de séparation d'huile à tester. Le dispositif de piégeage d'huile de la présente invention comporte par exemple un ou plusieurs éléments statiques de séparation, tels que des

chicanes ou des éléments de garnissage, fournissant une grande interface solide/gaz, et/ou des éléments filtrants et/ou un ou plusieurs cyclones permettant grâce à la force centrifuge de capter l'huile.

5 Dans certaines conditions de fonctionnement du moteur, il peut être utile de refroidir le dispositif de piégeage d'huile au moyen d'un système de réfrigération approprié afin d'améliorer l'efficacité de piégeage de ce dispositif.

10 En outre, on comprendra que plus l'efficacité du dispositif de piégeage est élevée et tend vers 100 %, plus la mesure de radioactivité de l'huile accumulée dans le dispositif de piégeage reflète correctement la consommation d'huile par le système de séparation moteur. Il existe notamment des dispositifs de piégeage retenant la majorité, c'est-à-dire
15 au moins 80 % ou idéalement au moins 95 %, de la fraction d'huile contenue dans les gaz de carter sortant du système de séparation moteur. On peut toutefois également mesurer de manière fiable et reproductible la consommation d'huile liée au passage des gaz de carter au travers du système de séparation d'huile avec des dispositifs de piégeage ayant une efficacité moindre établie préalablement par
20 étalonnage, à condition notamment de connaître le rapport de la quantité d'huile piégée par rapport à la quantité d'huile entrant et que ce rapport soit connu en fonction des différentes conditions expérimentales utilisées.

25 Le procédé de mesure de la consommation d'huile moteur liée au passage des gaz de carter au travers du système de séparation d'huile d'un moteur à combustion interne doit être mis en œuvre avec un traceur radioactif approprié. Celui-ci doit remplir notamment les conditions énoncées dans les paragraphes ci-après.

30 Le radiotraceur ne doit pas perturber le fonctionnement du moteur ou modifier de manière gênante les propriétés physico-chimiques de l'huile moteur. Pour cela il doit notamment soit être chimiquement inerte vis-à-vis des composants de ceux-ci, soit avoir une fonction similaire à celle d'un de leurs constituants (par exemple un additif fonctionnel) et se substituer partiellement ou totalement à celui-ci.
35

Le radiotraceur doit avoir une radioactivité suffisante pour permettre des mesures précises et reproductibles. Le choix du

radiotraceur est lié notamment à la sensibilité du détecteur utilisé. En d'autres termes, si le détecteur est peu sensible, la radioactivité de l'huile doit être élevée (radioactivité forte du radiotraceur ou concentration élevée d'un radiotraceur de radioactivité relativement faible). Par contre, si le détecteur utilisé a une sensibilité élevée, la radioactivité de l'huile peut être relativement plus faible.

Enfin, le radiotraceur doit être sélectionné de manière à ce que sa quantité en circulation dans le circuit d'huile du moteur soit, sur toute la durée du procédé, directement proportionnelle à la quantité d'huile de lubrification dans le circuit d'huile du moteur.

Cette proportionnalité dépend des propriétés physico-chimiques du traceur radioactif et de celles du milieu liquide dans lequel il est introduit initialement. En effet, pour refléter à tout moment la fraction d'huile moteur mesurée, le traceur radioactif ne doit ni s'accumuler dans le mélange lorsque l'huile est consommée, ni se consommer plus rapidement que celle-ci, par exemple par évaporation, combustion ou décomposition thermique, ni être piégé en un endroit quelconque du moteur, tel que le filtre à huile.

A la lumière de ce qui précède, l'homme du métier choisira le radiotraceur tel que ses propriétés physico-chimiques (volatilité, stabilité thermique, réactivité chimique) soient en adéquation avec celles du milieu liquide dans lequel il est introduit et dont il doit refléter la fraction mesurée.

L'homme du métier pourra notamment trouver un traceur approprié pour un milieu donné en soumettant un mélange traceur/huile lubrifiante aux conditions de température et de pression qui règnent dans un moteur.

Les détecteurs utilisables sont des sondes de détection de rayonnements ionisants (rayons bêta, X ou gamma) pouvant être soit de type scintillateur liquide ou solide (cristal iodure de sodium NaI(Tl), cristal BGO), soit de type semi-conducteur (cristal germanium, cristal CZT). On notera en outre que le détecteur peut déceler simultanément la présence de divers radiotraceurs. Lorsque la radioactivité de l'huile contenue dans les gaz de carter est élevée (radioactivité forte du radiotraceur et/ou concentration élevée d'un radiotraceur de radioactivité faible), le détecteur ne nécessitera pas une sensibilité élevée. Par contre, lorsque la radioactivité de l'huile contenue dans les

gaz de carter n'est pas élevée, le détecteur nécessitera une sensibilité plus élevée.

Afin de limiter la quantité de radiotraceurs mis en œuvre, on utilisera de préférence une sonde de mesure dont l'efficacité de
5 détection est élevée, par exemple un cristal de type iodure de sodium de 3 x 3 pouces.

Ce type de détecteur peut exister sous forme compacte permettant la possibilité d'un dispositif embarqué sur véhicule.

Les signaux détectés par le détecteur sont ensuite traités par une
10 série de moyens permettant de calculer la fraction d'huile moteur contenue dans les gaz de carter après leur passage au travers du système de séparation d'huile. Ces moyens comprennent notamment un moyen de traitement du signal détecté (par exemple un amplificateur, un filtre et un convertisseur analogique/numérique
15 CAD), un moyen de traitement d'impulsions (par exemple un analyseur multi-canaux) et un moyen de stockage et de traitement des données acquises (par exemple un ordinateur PC).

La mesure de la radioactivité et le traitement des résultats se font de préférence en continu.

20 Le traceur radioactif utilisable dans la présente invention peut être soit un composé organique ou minéral d'un élément radioactif (radionucléide) soit l'élément radioactif lui-même qui est alors sous forme élémentaire. Toutefois, compte tenu des considérations ci-dessus concernant les propriétés physico-chimiques du traceur radioactif par
25 rapport à celles de l'huile de lubrification, les formes moléculaires, organiques ou minérales, de radiotraceurs sont préférées par rapport aux formes élémentaires des radionucléides.

Le radiotraceur est donc choisi parmi les composés organiques ou minéraux ou les éléments remplissant les conditions indiquées
30 précédemment (i.e. caractère inerte vis-à-vis du lubrifiant ou substitution à l'un des composants du lubrifiant, radioactivité suffisante et proportionnalité huile/traceur). Toutefois, pour des raisons évidentes de manipulation et de protection de l'environnement, on choisira de préférence des traceurs contenant des radionucléides
35 ayant une courte période, ou demi-vie, de préférence une période inférieure à 3 ans, en particulier inférieure à 1 an et encore plus

préférentiellement inférieure à 30 jours. De cette manière, on évitera la production de déchets radioactifs à longue demi-vie.

Il est préférable que la période du radionucléide soit égale ou supérieure à la durée prévue de l'essai. L'ordinateur, grâce à la loi de décroissance radioactive pourra corriger facilement la valeur mesurée.

On peut citer à titre d'exemples de radionucléides ayant une période (indiquée entre parenthèses) appropriée : le ^{22}Na (2,61 ans), le ^{65}Zn (243,8 jours), le ^{45}Ca (165 jours), le ^{35}S (87,2 jours), le ^{32}P (14,3 jours), le ^{47}Ca (4,54 jours), le ^{99}Mo (65,9 heures), le ^{82}Br (35,3 heures), le ^{64}Cu (12,7 heures), le $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (6,01 heures), le ^{28}Mg (20,91 heures), le ^{68}Ge (270,95 jours), le ^{69}Ge (39h), le ^{77}Ge (11,30 heures), le ^{85}Sr (64,8 jours) et le ^{56}Co (77,3 jours).

Ces radiotraceurs sont en général produits artificiellement par réactions nucléaires, notamment par réaction d'activation. Cette activation se fait selon des méthodes familières à l'homme du métier, par exemple par exposition des éléments inactifs ou composés contenant lesdits éléments inactifs à une source de rayonnement neutronique, ou encore par exposition à un faisceau d'ions accélérés provenant d'un accélérateur de particules.

Selon les cas, les éléments inactifs ou composés contenant lesdits éléments inactifs sont activés soit avant leur incorporation dans l'huile moteur, soit au sein même de l'huile, c'est-à-dire en exposant l'huile contenant l'élément ou le composé activable par exemple à un rayonnement neutronique ou à un faisceau de protons.

Une des options possibles pour obtenir des radionucléides artificiels est d'incorporer les éléments inactifs ou composés contenant lesdits éléments inactifs dans une quantité appropriée d'un vecteur (par exemple un solvant ou diluant tel qu'une huile), puis de soumettre ce mélange à l'activation et enfin de l'ajouter à l'huile lubrifiante.

Les radiotraceurs peuvent être des additifs utilisés habituellement dans les huiles de lubrification, tels que des agents anti-corrosion, des agents anti-oxydants, des agents modifiant la viscosité, des additifs lubrifiants, des colorants, des additifs abaissant le point d'écoulement, des additifs détergents ou dispersants. On peut citer à titre d'exemples de tels radiotraceurs fonctionnant comme un additif fonctionnel, le dithiophosphate de zinc, les sulfonates de calcium ou de magnésium, tels que les alkylsulfonates, arylsulfonates ou alkylarylsulfonates de

calcium ou de magnésium, les phénates de calcium, les phénates de magnésium, les salicylates de calcium, les salicylates de magnésium.

Cependant, l'utilisation de radiotraceurs qui n'ont aucune fonction physique ou chimique dans le système de lubrification du moteur est tout aussi appropriée.

La Demanderesse a constaté que les traceurs radioactifs particulièrement intéressants pour une introduction dans l'huile moteur sont certains composés du germanium-69. Ces composés sont choisis par exemple parmi les tétra-alkylgermanes. Le point d'ébullition de ces tétra-alkylgermanes étant proportionnel à la longueur des chaînes alkyle, on utilisera avantageusement un mélange de tétraalkylgermanes ayant des chaînes alkyle telles que le point d'ébullition du mélange est situé dans l'intervalle de distillation de l'huile utilisée. A titre d'exemples, le tétrahexylgermane, le tétraheptylgermane et le tétraoctylgermane ont chacun un point d'ébullition comparable à celui d'un lubrifiant moteur classique.

Un autre radiotraceur particulièrement intéressant en particulier en raison de sa facilité de préparation et de manipulation, et de sa très courte durée de vie est le ^{99m}Tc , de préférence sous forme d'une solution aqueuse de pertechnétate de sodium NaTcO_4 ou sous forme de particules de dimensions nanométriques et isolées de l'atmosphère par du carbone.

L'invention est maintenant décrite en référence aux dessins annexés, non limitatifs, dans lesquels :

La figure 1 représente une première variante du procédé de mesure de la consommation d'huile selon l'invention dans lequel l'huile radioactive contenue dans les gaz de carter sortant du système de séparation d'huile est piégée dans un dispositif de piégeage ;

La figure 2 représente une deuxième variante du procédé de mesure de la consommation d'huile selon l'invention dans lequel on mesure directement la radioactivité de l'huile radioactive contenue dans les gaz de carter sortant du système de séparation d'huile sans piégeage préalable de l'huile ;

La figure 3 représente une troisième variante du procédé de mesure de la consommation d'huile selon l'invention qui diffère du

procédé de la figure 1 par le fait que les gaz de carter traités ne sont pas renvoyés vers l'admission mais libérés dans l'atmosphère.

La figure 4 est un graphique représentant la quantité d'huile piégée dans un premier dispositif de piégeage, disposé en aval d'un système de séparation d'huile d'un circuit de recyclage des gaz de carter d'un moteur à combustion interne, en fonction du nombre de kilomètres parcourus par le véhicule.

La figure 5 est un graphique représentant la quantité d'huile piégée dans un deuxième dispositif de piégeage, disposé en aval d'un système de séparation d'huile d'un circuit de recyclage des gaz de carter d'un moteur à combustion interne, en fonction du nombre de kilomètres parcourus par le véhicule.

Sur l'ensemble des schémas des figures 1 à 3, le système de séparation d'huile est illustré sous la forme d'un séparateur unique. Dans le cas où le système de séparation comprend deux séparateurs ou plus montés en série, une mesure directe peut être effectuée à la sortie de chaque séparateur. Alternativement, une mesure unique peut être effectuée à la sortie du séparateur le plus en aval, avec ou sans piégeage de l'huile par un dispositif de piégeage, pour calculer la consommation globale du système.

Le moteur à combustion interne peut aussi comporter plusieurs systèmes de séparation montés en parallèle (par exemple moteur V6). Dans ce cas, la mesure de la consommation peut être faite soit sur l'ensemble des gaz de carter réunis en aval des systèmes de séparation, avec ou sans piégeage de l'huile, soit en sortie de chaque système de séparation (pouvant chacun comprendre également plusieurs séparateurs) lorsque les gaz de carter issus de chaque système de séparation ne sont pas réunis dans une conduite unique mais sont renvoyés séparément vers l'admission ou dans l'atmosphère.

L'invention est décrite maintenant en référence à la figure 1. Dans ce mode de réalisation, les gaz de carter chargés d'huile marquée par au moins un traceur radioactif sortent du bloc moteur 1 et parviennent, via la conduite d'entrée A, dans le séparateur d'huile 2. Dans ce séparateur d'huile 2 s'effectue la séparation de l'huile contenue dans ces gaz de carter. L'huile ainsi séparée est renvoyée vers le carter d'huile 6 via la conduite de retour B.

Les gaz de carter imparfaitement déshuilés et contenant encore une certaine fraction d'huile radioactive sont envoyés via la conduite de sortie C vers le dispositif de piégeage d'huile 4 où l'huile résiduelle est retenue. Les gaz de carter à présent totalement ou presque totalement déshuilés sont renvoyés via la conduite F vers l'admission D.

Un détecteur 3, sensible au rayonnement émis par le ou les radiotraceur(s) introduit(s) dans l'huile de lubrification, est placé à proximité immédiate du dispositif de piégeage 4 contenant l'huile séparée. Ce détecteur doit être protégé par un matériau approprié, par exemple du plomb, contre le rayonnement émis par l'huile de lubrification radioactive en circulation dans le moteur situé à proximité. Ainsi protégé contre ce rayonnement parasite, le détecteur 3 mesure uniquement la radioactivité qui s'accumule dans le dispositif de piégeage 4.

Le détecteur 3 est relié à un système informatique 5 d'enregistrement et de traitement des données de mesure, programmé pour calculer la consommation d'huile engendrée par le système de séparation d'huile 2 dans le système de recyclage des gaz de carter.

Le procédé de la figure 2 diffère de celui représenté à la figure 1 par le fait que les gaz de carter sortant via la conduite de sortie C du système de séparation d'huile 2 sont directement recyclés vers l'admission. La mesure de la radioactivité par le détecteur 3 relié au système informatique 5 se fait sans piégeage préalable de l'huile résiduelle présente dans les gaz de carter en sortie du système de séparation 2. Le détecteur 3 est placé à proximité de la conduite C où il mesure la radioactivité du flux de gaz de carter dans cette conduite. Ce mode de réalisation, contrairement à celui de la figure 1, est parfaitement non-intrusif, c'est-à-dire n'implique aucune modification de l'écoulement des gaz dans le moteur et dans le système de recyclage des gaz de carter.

Enfin, le procédé représenté à la figure 3 est sensiblement identique à celui de la figure 1, à ceci près que les gaz de carter traités (déhuilés) ne sont pas recyclés vers l'admission D mais libérés dans l'atmosphère.

L'invention sera encore mieux comprise à la lecture des exemples suivants qui ont un caractère purement illustratif et ne limitent aucunement la portée de la présente invention.

Exemples

Ces exemples constituent des configurations d'essai. Ils sont destinés à illustrer le procédé de mesure en temps réel de la consommation d'huile moteur lié au passage des gaz de carter à travers le système de séparation de l'huile contenue dans lesdits gaz.

Le moteur utilisé dans ces essais est un moteur fonctionnant à l'essence, 4 cylindres/8 soupapes de type « F3R » installé sur un véhicule de type Renault Espace, d'une cylindrée de 2 litres.

L'huile pour moteur à quatre temps est une huile commercialisée sous la marque ELF, type Evolution SXR 5W30.

On a utilisé comme traceur radioactif le Germanium-69, préparé sous la forme d'un complexe de tétraalkylgermanes solubles dans l'huile dont l'intervalle de distillation est représentatif du lubrifiant. L'activité totale mise en œuvre est de 37 MBq (1 mCi), le traceur étant mélangé aux 5 litres d'huile du carter moteur.

Le piège à huile utilisé est installé près du moteur, entre la sortie du décanteur d'huile et le retour vers le collecteur d'admission.

Deux types de pièges ont été utilisés correspondant aux 2 exemples ci-dessous. Pour l'exemple 1, la cartouche utilisée contient une laine animale haute densité imprégnée de résine (laine filtrante commercialisée par la société Vita Medical Ltd, Australie). Le piège utilisé pour l'exemple 2 est constitué de limailles d'inox (fines spirales enchevêtrées). Le volume total de chaque type de piège est de l'ordre de 100 ml.

Les essais ont été effectués dans des conditions identiques et répétables (3 km sur route + 7 km sur autoroute, changements de rapports à des régimes moteurs voisins, même vitesse moyenne sur autoroute, etc.).

Après chaque trajet, le véhicule est rentré dans l'atelier et une sonde de mesure de radioactivité a été repositionnée de façon identique à proximité du piège afin d'évaluer la fraction d'huile accumulée dans le filtre via une mesure de rayonnement gamma (raie située à 511 keV).

Des précautions ont été prises afin de focaliser la sonde de mesure sur le rayonnement émis par le piège, tout en minimisant l'impact du signal en provenance de l'huile contenue dans le moteur.

Un épais blindage de plomb a été utilisé à cet effet et la sonde a été positionnée contre le piège, mais le plus loin possible du bloc moteur.

Plusieurs points de mesure ont été effectués après chaque trajet, le temps de comptage étant de 30 secondes par point de mesure.

5 Le système de détection du rayonnement est constitué d'un détecteur standard NaI(Tl) de 3*3 pouces avec tube photomultiplicateur intégré, les autres éléments de la chaîne de mesure étant un préamplificateur de charge modèle 2007P de marque Canberra, un amplificateur de spectroscopie 2020 (Canberra), un convertisseur ADC
10 modèle 8087 (Canberra) et une carte multicanaux modèle S100 (Canberra).

Les logiciels mis en oeuvre lors de ces essais sont « Génie 2000 » (Canberra) pour la spectrométrie gamma, ainsi que le logiciel d'analyse MCS (Multi Channel Scaling) « IDSWear » commercialisé par la société
15 Atlantic Nuclear Services (ANS), Canada. Les résultats présentés ci-dessous incluent une correction en demi-vie (qui est 39 heures pour le Ge-69) par le logiciel de mesure « IDSWear ».

Il faut noter que la procédure ici appliquée est de type quasi continue, c'est-à-dire chaque point de mesure a été réalisé à
20 intervalle de temps et de distance régulier et identique.

Exemple 1

Le diagramme de la figure 4 montre la quantité d'huile piégée dans un dispositif de piégeage situé en aval d'un système de séparation
25 d'huile, en fonction du nombre de km parcourus par le véhicule.

Le volume d'huile piégé a été calculé sur base de l'activité spécifique de l'huile du moteur (qui était de 7.4 Bq par microlitre en début d'essai), en tenant compte de l'efficacité du détecteur et de la géométrie de détection.

30 L'efficacité globale sur le pic de 511 keV (environ 7%) a été évaluée via un code de calcul de type "Monte Carlo" dont les paramètres d'entrée ont été adaptés à la configuration de mesure.

L'augmentation de l'activité détectée en fonction du temps est ainsi directement convertie en volume d'huile piégé. On constate sur le
35 diagramme que le volume piégé ne croît pas linéairement en fonction du nombre de km parcourus.

Ce résultat s'explique par le fait que la laine imprégnée contenue dans le piège offre également une bonne efficacité de piégeage pour les vapeurs d'eau. De ce fait, la laine s'est peu à peu imprégnée d'eau, ce qui a eu pour conséquence une circulation des gaz de plus en plus difficile dans le piège, et donc un volume d'huile piégé par km parcouru qui décroît avec le temps.

On peut néanmoins relever, en début d'essai, une consommation d'huile voisine de 3 microlitres par km parcouru.

Exemple 2

La figure 5 est un diagramme montrant la quantité d'huile piégée dans un dispositif de piégeage contenant de la limaille d'inox, situé en aval d'un système de séparation d'huile, en fonction du nombre de km parcourus.

Le volume d'huile piégé a été calculé sur base de l'activité spécifique de l'huile du moteur (qui était de 5.48 Bq par microlitre en début d'essai), en tenant compte de l'efficacité du détecteur et de la géométrie de détection.

L'efficacité globale sur le pic de 511 keV (environ 7%) a été évaluée via un code de calcul de type « Monte Carlo » dont les paramètres d'entrée ont été adaptés à la configuration de mesure.

L'augmentation d'activité détectée en fonction du temps est ainsi directement convertie en volume d'huile piégé, et l'on constate sur le diagramme que le volume piégé croît quasi linéairement en fonction du nombre de km parcourus.

Les écarts par rapport à la droite de régression constatés pour la troisième série de mesures effectuées à 20 km s'expliquent par des conditions de circulation qui ont légèrement varié.

La bonne linéarité de la courbe obtenue s'explique par le fait que le matériau utilisé n'a ici aucune tendance à accumuler l'eau contenue dans les gaz de carter. Dès lors, la résistance du piège à la circulation des gaz ne varie pas dans le temps.

La consommation d'huile moyenne relevée est de 1,875 microlitre par km parcouru, valeur inférieure à celle relevée dans l'exemple 1. Cela s'explique par un maillage nettement plus grand pour le filtre inox qui ne permet pas de piéger la totalité de l'huile résiduelle sortant du système de séparation d'huile.

Exemple 3

Cet exemple est destiné à illustrer le procédé de mesure en temps réel de la consommation d'huile moteur lié au passage des gaz de carter (gaz de *blow-by*) à travers le système de séparation de l'huile contenue dans lesdits gaz.

Le moteur utilisé dans cet essai est un moteur fonctionnant à l'essence, 6 cylindres/24 soupapes de type « L7X » installé sur un banc d'essai moteur, d'une cylindrée de 3 litres.

L'huile pour moteur à quatre temps est une huile commercialisée sous la marque TOTAL, type LUB MA3 5W-30.

Le traceur radioactif utilisé est le Technétium ^{99}Tc (rayonnement gamma à 141keV), préparé sous la forme d'un mélange d'huile décrite ci-dessus et de nanoparticules de carbones enfermant du ^{99}Tc . L'activité spécifique du mélange d'huile/ ^{99}Tc utilisé dans cet essai est de 2 kBq/ml (2.3 kBq/g) soit une activité totale dans le moteur d'environ 14.000 kBq.

Le piège à huile utilisé est installé près du moteur, entre la sortie du décanteur d'huile et le retour vers le collecteur d'admission. Ce piège est de type cyclone d'un volume de l'ordre de 10 mL occasionnant une perte de charge inférieure à 10mbar, qui est compensée par l'utilisation de tubes de liaison sans perte de charge afin de garantir un écoulement identique au système moteur standard. L'huile piégée à partir des effluents est captée dans un flacon d'une contenance de 100 mL.

La mesure a été réalisée en temps réel et en continu, l'ordinateur étant programmé pour calculer une valeur moyenne par période de mesure de 5 minutes. La chaîne de détection est restée dans la même configuration durant tout l'essai.

Des précautions ont été prises afin de focaliser la sonde de mesure sur le rayonnement émis par le piège, tout en minimisant l'impact du signal en provenance de l'huile contenue dans le moteur. Un épais blindage de plomb a été utilisé à cet effet et la sonde a été positionnée contre le piège et le plus loin possible du bloc moteur.

Le système de détection du rayonnement est constitué d'un détecteur standard NaI(Tl) de 2x2 pouces avec tube photomultiplicateur intégré, les autres éléments de la chaîne de mesure étant un préamplificateur de charge modèle 2007P de marque

Canberra, un amplificateur de spectroscopie 2020 (Canberra), un convertisseur ADC modèle 8087 (Canberra) et une carte multicanaux modèle S100 (Canberra).

Les logiciels mis en oeuvre lors de ces essais sont « Génie 2000 » (Canberra) pour la spectrométrie gamma, ainsi que le logiciel d'analyse MCS (Multi Channel Scaling) « IDSWear » commercialisé par la société Atlantic Nuclear Services (ANS), Canada. Les résultats présentés ci-dessous incluent une correction en demi-vie (qui est 6 heures pour le Tc-99) par le logiciel de mesure « IDSWear ».

Le diagramme de la figure 6 montre la quantité d'huile piégée dans un dispositif de piégeage situé en aval d'un système de séparation d'huile, en fonction du nombre d'heures d'essais réalisées.

Le volume d'huile piégé a été calculé sur base de l'activité spécifique de l'huile du moteur (qui était de 2 Bq par microlitre en début d'essai), en tenant compte de l'efficacité du détecteur et de la géométrie de détection.

L'efficacité globale sur le pic de 141 keV (environ 6%) a été évaluée à partir du volume d'huile piégé en fin d'essai.

L'augmentation de l'activité détectée en fonction du temps est ainsi convertible en volume d'huile piégée.

Lors de cet essai, trois phases ont été réalisées : une première phase sur un point de fonctionnement stabilisé pour une régulation de température d'huile 1 durant 4 heures, une seconde phase pour une température d'huile 2 durant 6 heures et enfin un contrôle moteur arrêté durant 2 heures. On constate bien trois pentes différentes suivant les trois phases : 37,8 microlitres entre deux points de mesure lors de la première phase, 90,1 microlitres entre deux points de mesure lors de la deuxième phase et 2,2 microlitres entre deux points de mesure lors de la dernière phase.

Pour la dernière phase, la légère augmentation s'explique essentiellement par le léger ruissellement dans le dispositif de piégeage.

REVENDICATIONS

1. Procédé de détermination de la consommation d'huile issue du système de séparation d'huile (2) situé dans le circuit de recyclage des gaz de carter d'un moteur à combustion interne, caractérisé par le fait que

- l'on marque l'huile de lubrification dudit moteur par introduction d'au moins un traceur radioactif au sein de ladite huile,

- que l'on fait transiter les gaz de carter, sortant du bloc moteur (1) et chargés d'huile de lubrification, par un système de séparation d'huile (2) où au moins une partie de l'huile contenue au sein desdits gaz est séparée, recueillie et renvoyée vers le carter d'huile (6),

- que l'on piège l'huile non séparée des gaz de carter sortant du système de séparation d'huile (2) dans un dispositif de piégeage d'huile (4) situé en aval dudit système de séparation d'huile (2),

- que l'on mesure, à l'aide d'un détecteur (3), placé à proximité du dispositif de piégeage d'huile (4) et sensible au rayonnement ionisant émis par le ou les traceur(s) radioactif(s), la radioactivité de l'huile non séparée dans le système de séparation (2) d'huile et retenue dans le dispositif de piégeage d'huile (4), et

- que l'on transmet les résultats de ces mesures vers un ordinateur (5) apte à calculer à partir de ces résultats la consommation d'huile lubrifiante non séparée dans ledit système de séparation (2).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le système de séparation d'huile (2) est constitué de plusieurs séparateurs, montés en série ou en parallèle.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les gaz de carter sortant du dispositif de piégeage (4) sont libérés dans l'atmosphère ou renvoyés vers l'admission (D) du moteur.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le dispositif de piégeage d'huile (4) est un deuxième système de séparation comportant un ou plusieurs éléments statiques de séparation et/ou un ou plusieurs cyclones et/ou un ou plusieurs éléments filtrants.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le dispositif de piégeage d'huile (4) est conçu

de manière à ce que la différence de pression (ΔP) entre l'entrée du système de séparation d'huile (2) et la sortie du système de séparation d'huile (2) est sensiblement identique à la valeur de cette différence de pression en l'absence du dispositif de piégeage.

5 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le traceur radioactif est un composé organique ou minéral d'un élément radioactif.

10 7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'élément radioactif a une période, ou demi-vie, inférieure à 3 ans, de préférence inférieure à 1 an, et en particulier inférieure à 30 jours.

15 8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé par le fait que l'élément radioactif est choisi parmi le ^{22}Na , le ^{65}Zn , le ^{45}Ca , le ^{35}S , le ^{32}P , le ^{47}Ca , le ^{99}Mo , le ^{82}Br , le ^{64}Cu , le $^{99\text{m}}\text{Tc}$, le ^{28}Mg , le ^{68}Ge , le ^{69}Ge , le ^{77}Ge , le ^{85}Sr et le ^{56}Co .

20 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé par le fait que le radiotraceur est choisi parmi les tétra-alkylgermanes contenant du ^{69}Ge , de préférence parmi le tétrahexylgermane, le tétraheptylgermane et le tétraoctylgermane, ou un mélange de ceux-ci.

25 10. Procédé selon la revendication 8, caractérisé par le fait que le radiotraceur est le $^{99\text{m}}\text{Tc}$, de préférence sous forme d'une solution aqueuse de pertechnétate de sodium NaTcO_4 ou sous forme de particules de dimensions nanométriques et isolées de l'atmosphère par du carbone.

30 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le détecteur est une sonde de détection de rayonnements ionisants.

35 12. Dispositif de détermination de la consommation d'huile issue du système de séparation d'huile (2) situé dans le circuit de recyclage des gaz de carter d'un moteur à combustion interne, caractérisé par le fait qu'il comprend,

- un moteur à combustion interne lubrifié par une huile marquée par introduction d'au moins un traceur radioactif au sein de ladite huile,

- un système de séparation d'huile (2) recevant les gaz de carter chargés en huile de lubrification sortant du bloc moteur (1), où au

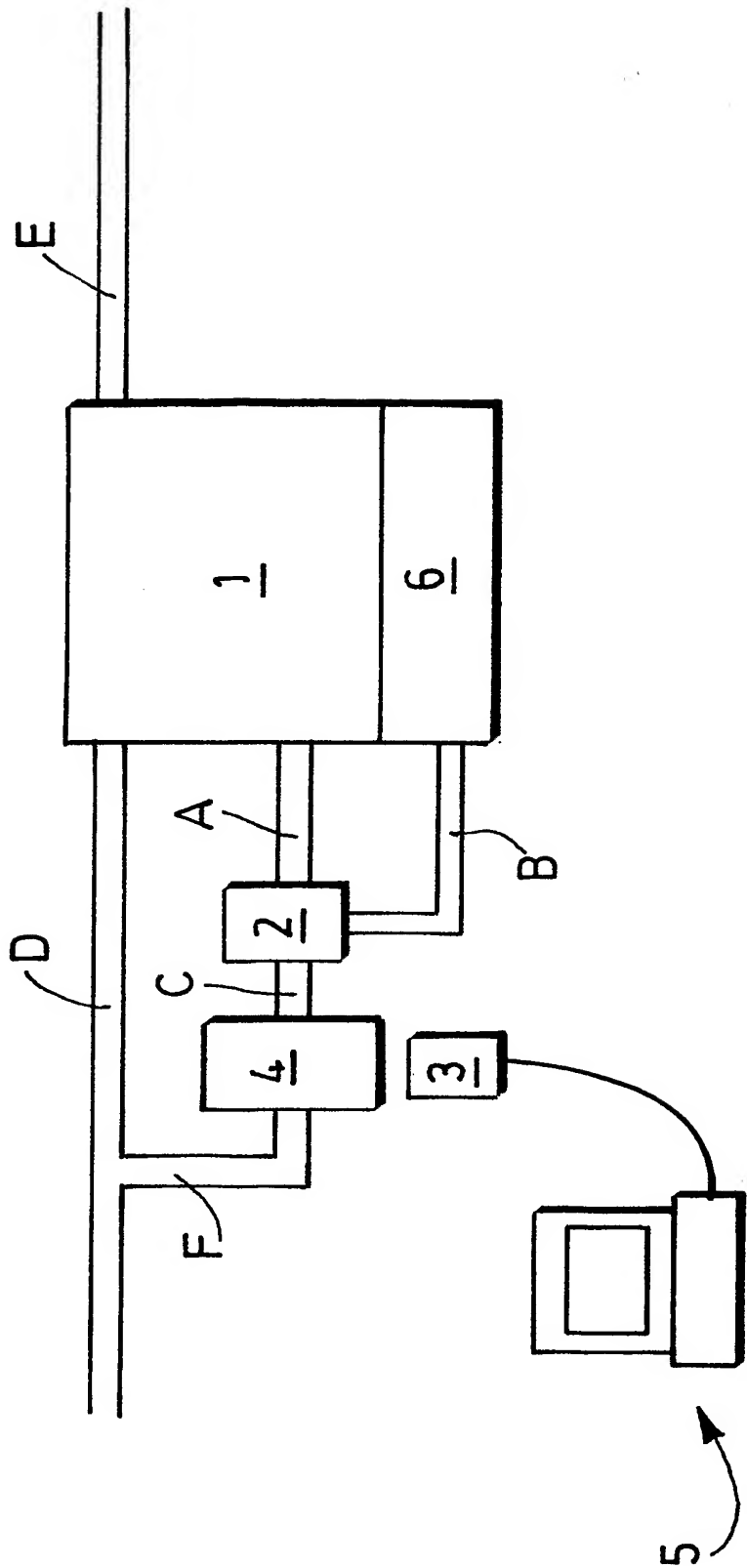
moins une partie de l'huile contenue dans lesdits gaz de carter est séparée, recueillie et renvoyée vers le carter d'huile,

- en aval du système de séparation d'huile (2), un dispositif de piégeage (4) d'huile,

5 • un détecteur (3) sensible au rayonnement ionisant émis par le ou les traceur(s) radioactif(s), situé à proximité directe du dispositif de piégeage (4), de manière à permettre la mesure de la radioactivité de l'huile non séparée dans le système de séparation (2) d'huile et retenue dans le dispositif de piégeage d'huile (4), et

10 • relié audit détecteur (3), un ordinateur (5) programmé pour calculer à partir des résultats des mesures de radioactivité, la consommation d'huile lubrifiante non séparée dans ledit système de séparation (2).

15 13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé par le fait que le dispositif de piégeage d'huile (4) est conçu de manière à ce que la différence de pression (ΔP) entre l'entrée et la sortie du système de séparation d'huile (2) est sensiblement identique à la valeur de cette différence de pression en l'absence dudit dispositif de piégeage d'huile.



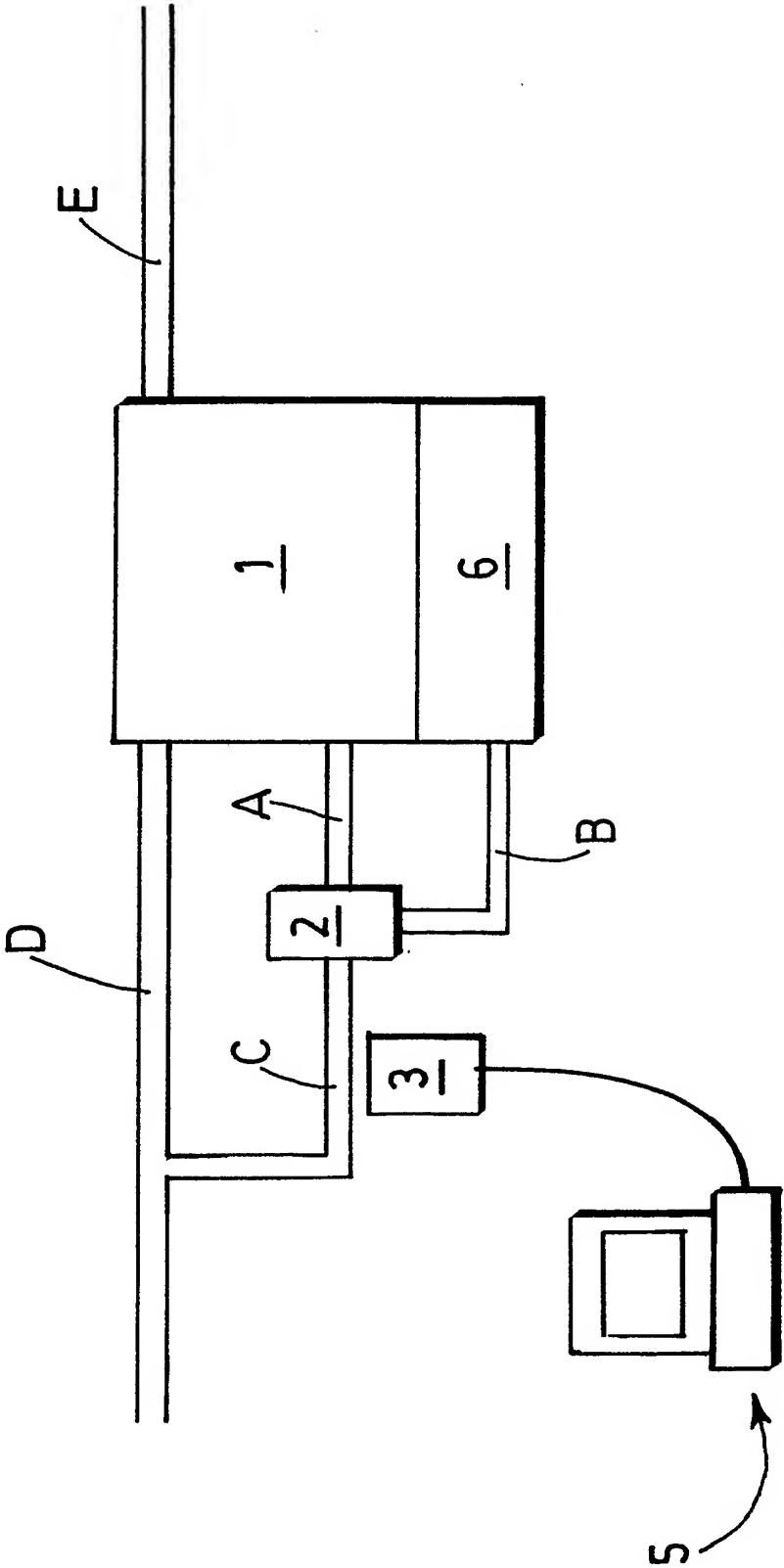
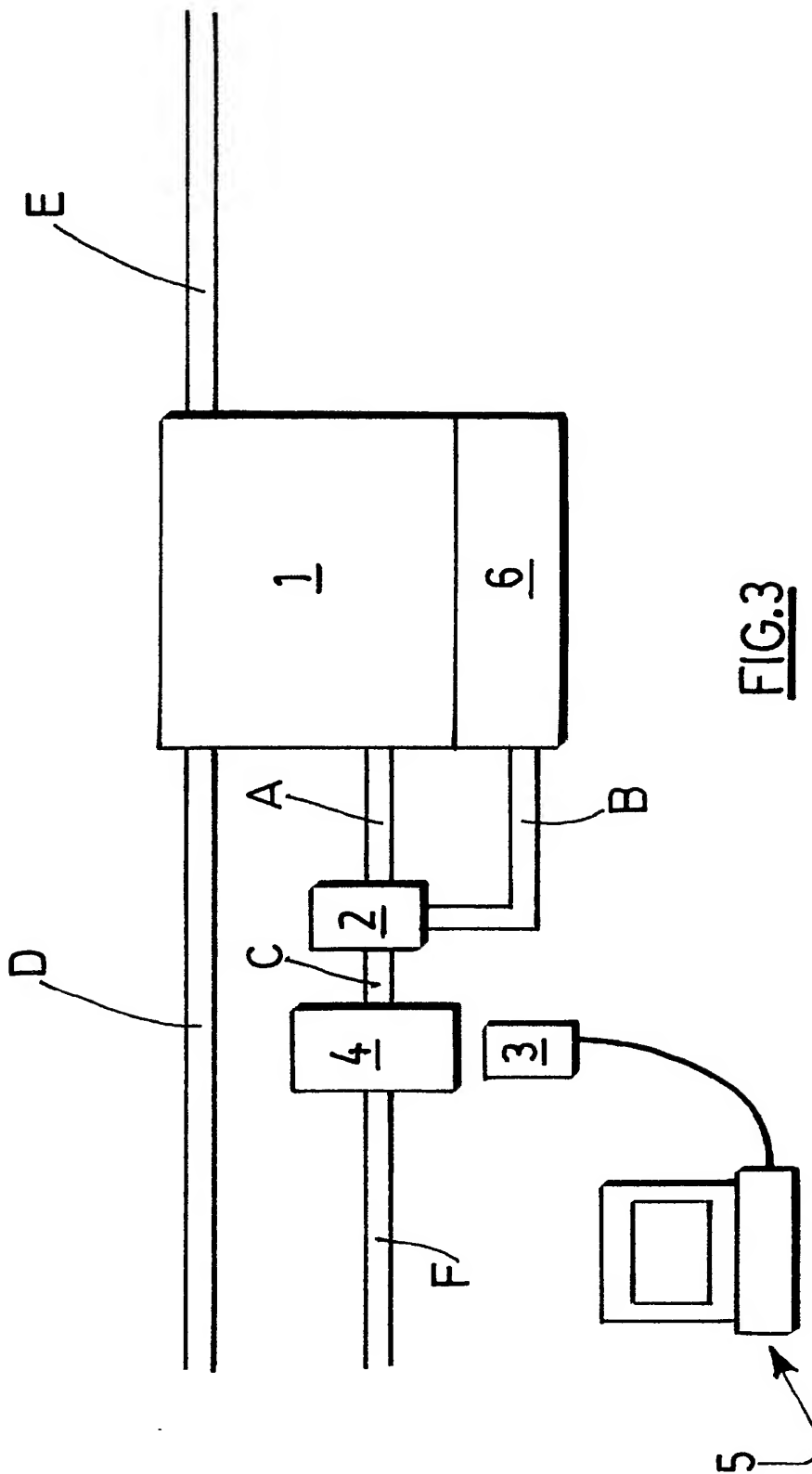


FIG.2



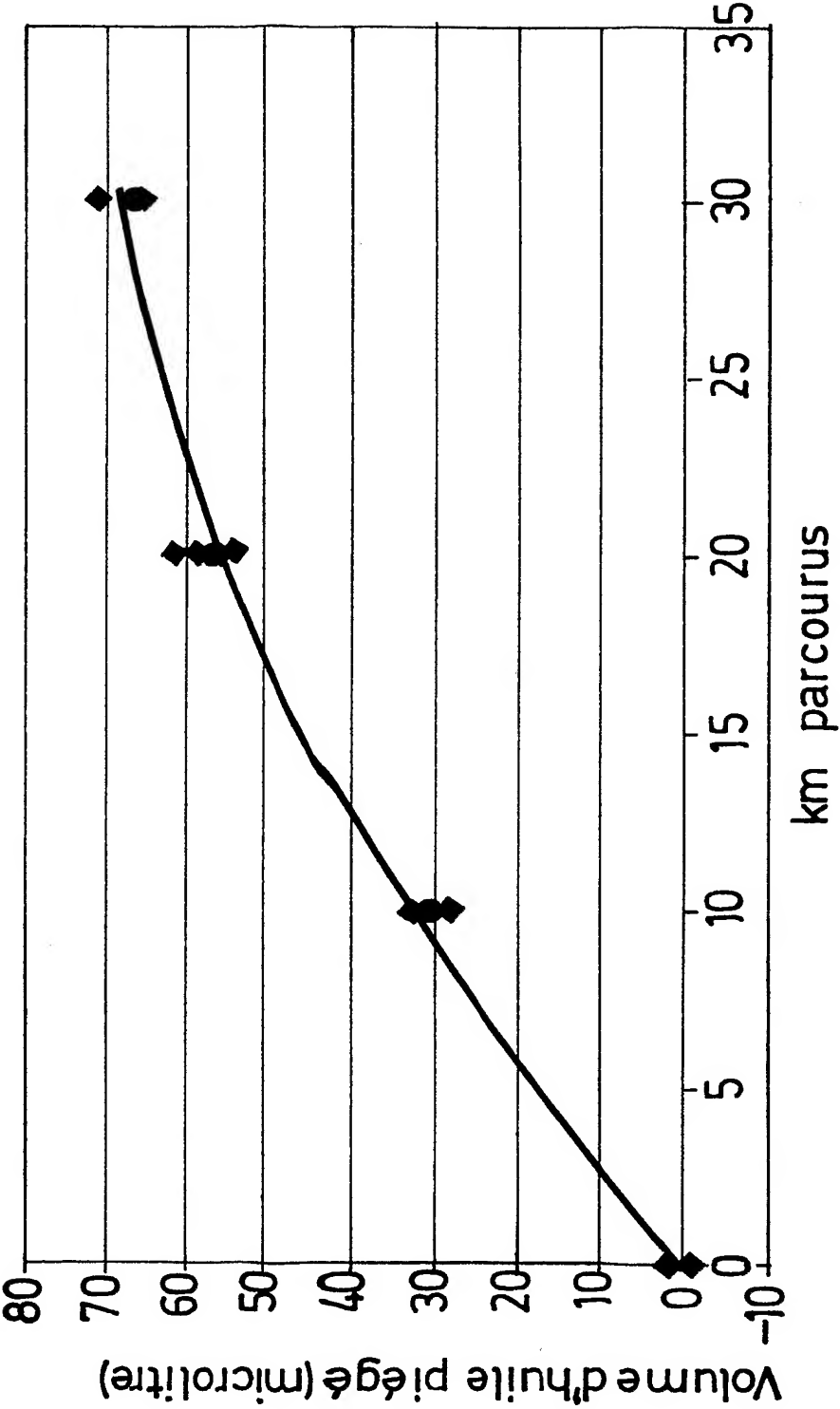
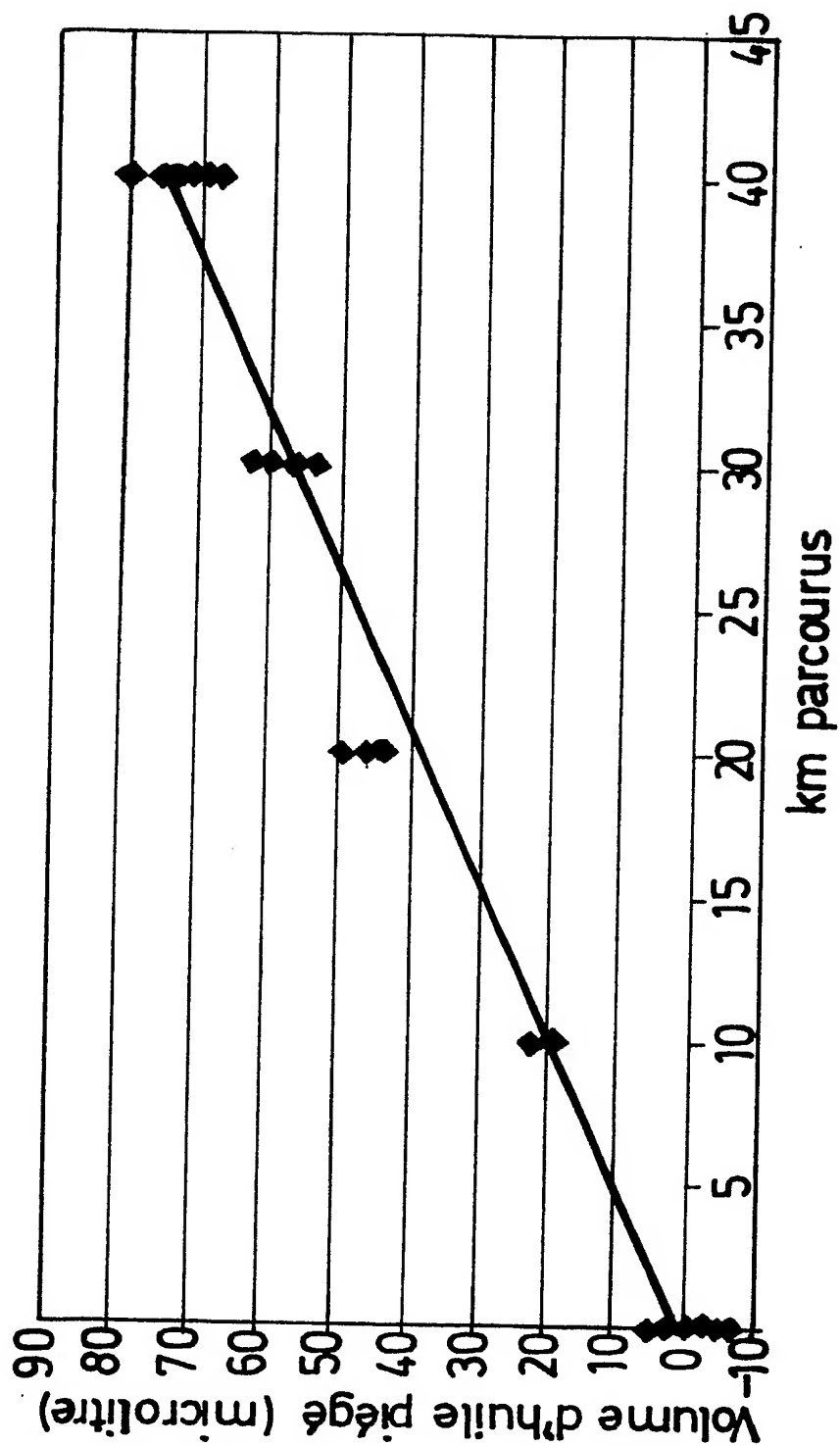


FIG.4

5/6

**FIG.5**

6/6

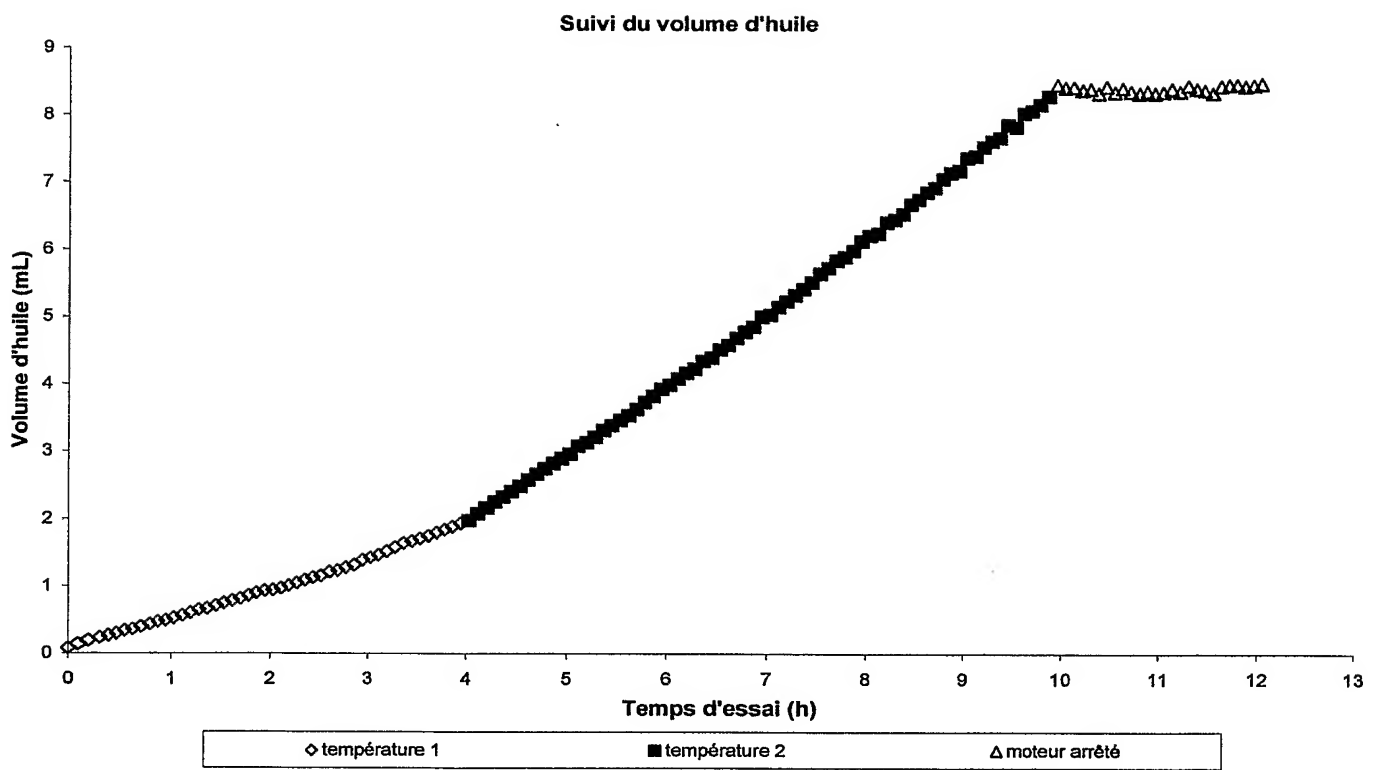


FIG.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2005/000590

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F01M11/10 G01F1/704

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01N F01M G01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 196 31 654 A (HATZ MOTOREN) 19 February 1998 (1998-02-19) column 2, line 51 - column 3, line 3; figure 1	1-13
Y	US 2 957 986 A (QUIGG HAROLD T) 25 October 1960 (1960-10-25) column 1, line 15 - line 20 column 2, line 15 - line 21 column 2, line 39 - line 58; figure 1 ----- -/--	1-13

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 June 2005

Date of mailing of the international search report

06/07/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wulveryck, J-M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2005/000590

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	BERGMANN M ET AL: "METHODE ZUR OELVERBRAUCHSMESSUNG DURCH MARKIERUNG MIT RADIOAKTIVEM BROM" MTZ MOTORTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG, ABTEILUNG TECHNIK. STUTTGART, DE, vol. 58, no. 2, 1 February 1997 (1997-02-01), pages 102-107, XP000678384 ISSN: 0024-8525 page 102 - page 103 page 105; figure 3 -----	1-13
A	US 2 939 011 A (BISSO LOUIS A ET AL) 31 May 1960 (1960-05-31) column 2, line 57 - column 3, line 2; table 1 -----	1-13
A	GB 1 095 056 A (GEN MOTORS CORP) 13 December 1967 (1967-12-13) page 1, line 14 - line 18 page 2, line 56 - line 73 -----	1,12
A	JOST K: "RADIOACTIVE MEASUREMENT TECHNIQUES FOR ENGINE TESTING" AUTOMOTIVE ENGINEERING, SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. WARRENDALE, US, vol. 104, no. 3, 1 March 1996 (1996-03-01), page 33, XP000583571 ISSN: 0098-2571 the whole document -----	1,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2005/000590

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19631654	A	19-02-1998	DE 19631654 A1	19-02-1998
			DE 59706981 D1	16-05-2002
			WO 9805854 A1	12-02-1998
			EP 0916018 A1	19-05-1999
			JP 2000515603 T	21-11-2000
			US 6092492 A	25-07-2000
US 2957986	A	25-10-1960	NONE	
US 2939011	A	31-05-1960	NONE	
GB 1095056	A	13-12-1967	DE 1548974 A1	29-10-1970

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR2005/000590

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 F01M11/10 G01F1/704		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 G01N F01M G01F		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	DE 196 31 654 A (HATZ MOTOREN) 19 février 1998 (1998-02-19) colonne 2, ligne 51 - colonne 3, ligne 3; figure 1	1-13
Y	----- US 2 957 986 A (QUIGG HAROLD T) 25 octobre 1960 (1960-10-25) colonne 1, ligne 15 - ligne 20 colonne 2, ligne 15 - ligne 21 colonne 2, ligne 39 - ligne 58; figure 1 ----- <div style="text-align: center;">-/--</div>	1-13
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe </div>		
° Catégories spéciales de documents cités:		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>*A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>*E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>*L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>*O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>*P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>*X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>*Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>*G* document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">29 juin 2005</div>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">06/07/2005</div>
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Wulveryck, J-M</div>

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	BERGMANN M ET AL: "METHODE ZUR OELVERBRAUCHSMESSUNG DURCH MARKIERUNG MIT RADIOAKTIVEM BROM" MTZ MOTORTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG, ABTEILUNG TECHNIK. STUTTGART, DE, vol. 58, no. 2, 1 février 1997 (1997-02-01), pages 102-107, XP000678384 ISSN: 0024-8525 page 102 - page 103 page 105; figure 3 -----	1-13
A	US 2 939 011 A (BISSO LOUIS A ET AL) 31 mai 1960 (1960-05-31) colonne 2, ligne 57 - colonne 3, ligne 2; tableau 1 -----	1-13
A	GB 1 095 056 A (GEN MOTORS CORP) 13 décembre 1967 (1967-12-13) page 1, ligne 14 - ligne 18 page 2, ligne 56 - ligne 73 -----	1,12
A	JOST K: "RADIOACTIVE MEASUREMENT TECHNIQUES FOR ENGINE TESTING" AUTOMOTIVE ENGINEERING, SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. WARRENDALE, US, vol. 104, no. 3, 1 mars 1996 (1996-03-01), page 33, XP000583571 ISSN: 0098-2571 le document en entier -----	1,12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs

embres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2005/000590

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 19631654	A	19-02-1998	DE 19631654 A1	19-02-1998
			DE 59706981 D1	16-05-2002
			WO 9805854 A1	12-02-1998
			EP 0916018 A1	19-05-1999
			JP 2000515603 T	21-11-2000
			US 6092492 A	25-07-2000
US 2957986	A	25-10-1960	AUCUN	
US 2939011	A	31-05-1960	AUCUN	
GB 1095056	A	13-12-1967	DE 1548974 A1	29-10-1970